

Inteligência artificial, tecnologia e criatividade: novos rumos para a educação matemática

Alterno Jerônimo Júnior¹
Amaral Rodrigues Gomes²

INTRODUÇÃO

A tecnologia foi se desenvolvendo ao longo da história da humanidade, à medida que era necessário transformar a natureza para a manutenção da vida, estando presente em suas ações devido ao trabalho. Nos debates marxianos, o trabalho é considerado a atividade afirmadora da vida e, portanto, uma categoria ontológica fundamental para a sua existência. Nesse sentido, à medida que as necessidades da humanidade evoluem, novas ferramentas são desenvolvidas pelo trabalho para expandir suas capacidades e aumentar a produtividade. Isso é perceptível em todos os ramos da atividade humana, desde a agricultura e a indústria até os serviços e a tecnologia da informação.

Quanto à educação, não é diferente, sendo uma atividade essencialmente humana, também se transforma de acordo com as novas demandas sociais e tecnológicas. Nesse sentido, Marx e Engels (2007, p. 87) afirmam que “o modo pelo qual os homens produzem seus meios de vida depende, antes de tudo, da própria constituição dos meios de vida já encontrados e que eles têm de reproduzir”. Assim, percebe-se que não se cria do nada, mas a partir de novas demandas, onde cada novidade educacional resulta da necessidade de aperfeiçoar ou reconfigurar práticas existentes. Em outros tempos, a sala de aula restringia-se basicamente a um quadro negro e giz. À medida que a educação avançou, surgiram máquinas de escrever, mimeógrafos, retroprojetores e televisores, ampliando os recursos de ensino. Em seguida, vieram os computadores de mesa, a internet e, mais recentemente, dispositivos móveis como tablets e smartphones. Todo esse conjunto de inovações culminou no que hoje se denomina Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC).

¹ Doutorando em Educação pela Universidade de Brasília (UnB), professor da Secretaria de Estado de Educação do Distrito Federal. E-mail: jraulas2@gmail.com

² Doutorando e Mestre em Educação pela Universidade de Brasília (UnB), professor da Secretaria de Estado de Educação do Distrito Federal. E-mail: amarori@gmail.com

No escopo das TDIC, a Inteligência Artificial (IA) tem desempenhado um papel cada vez mais significativo. De acordo com Panqueban e Huinchahue (2024), em ambientes educacionais as TDIC vêm sendo integradas por meio de políticas públicas e avanços tecnológicos sucessivos, resultando em lousas digitais, tablets, computadores e acesso à internet, agora acrescidos de soluções de IA. Um exemplo de aplicação de IA é o modelo de linguagem generativo, capaz de produzir textos a partir de bases de dados que levam em conta o contexto e as palavras anteriores. Esse tipo de ferramenta pode responder perguntas, reescrever textos, gerar ideias e auxiliar no processo criativo, e tem sido impulsionado pelo uso crescente que os alunos fazem de tecnologias de IA para lidar com desafios escolares.

O uso de sistemas computacionais que utilizam IA, assim como outras TDICs, possibilita a reorganização da atividade humana nos processos de resolução de problemas, inclusive àqueles relacionados aos processos educacionais de Matemática (Mattos e Kalinke, 2024). Algumas aplicações de IA na Educação Matemática já se destacam em plataformas adaptativas, que personalizam o processo de aprendizagem, ou em extensões para navegadores web, capazes de gerar automaticamente questionários e resumos de vídeos. Além disso, softwares com IA podem dar suporte aos professores na construção de recursos digitais, facilitar visualizações, simulações e modelagem e automatizar parte das avaliações.

Nesse sentido, este capítulo objetivamos dialogar sobre o papel da tecnologia e da IA quanto ao estímulo à criatividade em geral, mas especificamente, no campo da matemática e o quais abordagens a literatura apresenta para que os professores que ensinam matemática possam estimular o desenvolvimento da criatividade do estudante em sala de aula por meios desses recursos.

Dessa forma, este artigo se estrutura em três seções principais. Na primeira, discutimos os aspectos históricos da relação entre tecnologia e educação, analisando como diferentes inovações influenciaram o ensino ao longo do tempo. Em seguida, exploramos o vínculo entre tecnologia e criatividade, investigando como as ferramentas digitais podem tanto estimular quanto limitar a produção criativa. Por fim, na última seção, aprofundamos a discussão sobre a inteligência artificial como uma possibilidade para o desenvolvimento criativo em matemática, refletindo sobre suas potencialidades e desafios no contexto educacional contemporâneo.

TECNOLOGIA E EDUCAÇÃO-ASPECTOS HISTÓRICOS

Para Marx (2004), o homem, diferentemente do animal, produz de forma racional, ou seja, idealiza e planeja tudo que faz. A atividade vital e consciente é uma característica exclusiva do ser humano:

É verdade que também o animal produz. Constrói para si um ninho, habitações, como a abelha, castor, formiga, etc. No entanto, produz apenas aquilo de que necessita imediata-

mente para si ou sua cria; produz unilateral[mente], enquanto o homem produz universal[mente]; o animal produz apenas sob o domínio da carência física imediata, enquanto o homem produz mesmo livre da carência física, e só produz, primeira e verdadeiramente, na [sua] liberdade [com relação] a ela; [...] O animal forma apenas segundo a medida e a carência da espécie à qual pertence, enquanto o homem sabe produzir segundo a medida de qualquer espécie, e sabe considerar, por toda a parte, a medida inerente ao objeto; o homem também forma, por isso, segundo as leis da beleza. (MARX, 2004, p. 85).

Nesse contexto, o processo educativo como sendo uma categoria do trabalho também é desenvolvida pela humanidade de maneira intencional e, quando se fala de tecnologia, de acordo com Silveira e Bazzo (2009), destacam a importância do investimento na capacitação da população, a fim de proporcionar uma educação em ciência e tecnologia que leve em consideração não apenas os progressos e inovações da área, mas também suas consequências sociais. Essa abordagem possibilita a formação de especialistas em tecnologia com uma visão abrangente do ambiente em que estão inseridos, contemplando tanto as características naturais quanto os fatores sociais. Dessa maneira, esses profissionais poderão estar preparados para participar, de forma crítica e consciente, das discussões e nas escolhas que influenciam a comunidade.

E acrescentam que a “preocupação com as questões sociais da mudança científico-tecnológica favorece a edificação de atitudes, valores e normas, de maneira que os estudantes possam participar ativa e responsabilmente do debate político e público sobre questões relacionadas com o desenvolvimento de inovações científico-tecnológicas” (Silveira; Bazzo 2009, p. 692). Já Rosa e Dantas (2020) acreditam que uso da tecnologia pode potencializar o aspecto criativo das pessoas pois afirmam que a criatividade é um recurso humano e asseveram que:

Podemos pensar em criatividade como um recurso humano, como uma potência que todos nós possuímos e que pode ser atualizada em diferentes graus e dimensões, de acordo com a experiência vivida na realidade mundana de cada um. Dessa maneira, olhamos a criatividade como o modo de cada um ser criativo, a partir do movimento de atualização do potencial criativo. Ou seja, a criatividade somente irá existir se houver um movimento do potencial criativo para que a potência deixe de ser apenas uma possibilidade e passe ao ato de ser (Rosa; Dantas, 2020, p. 6).

Nesse contexto, analisando o pensamento dos autores, percebe-se que a incorporação de tecnologias nos processos de ensino e aprendizagem pode abrir caminho para novas formas de agir e de posturas no ambiente educacional, pois a busca por inovação está intimamente ligada ao potencial criativo inerente a todos os indivíduos, onde cada pessoa carrega consigo a capacidade de gerar mudanças, ou seja, todos têm o potencial de ser criativos, cada um à sua maneira. Mas que, a criatividade só pode ser reconhecida ou avaliada quando esse potencial é colocado em prática, transformando-se em ações ou ideias concretas que impactam o mundo ao nosso redor.

Sob essa perspectiva, Kenski (2003) afirma que, desde os primórdios da civilização, cada período foi marcado por tecnologias específicas. De certa forma, todas as épocas tiveram e têm suas próprias “eras tecnológicas”, e não faz sentido considerar que apenas o momento atual seja chamado de era tecnológica. A autora complementa dizendo que “assim, tivemos a Idade da Pedra, do Bronze... até chegarmos ao momento tecnológico em que vivemos hoje”. Essa reflexão nos lembra que a tecnologia sempre esteve presente, evoluindo juntamente com a história da humanidade. E acrescenta que:

A evolução tecnológica conduziu o desenvolvimento humano para usos que vão da memória fluida dos relatos orais às interfaces com as memórias tecnológicas registradas nos equipamentos eletrônicos de última geração. A tecnologia moderna reestrutura ainda mais profundamente a consciência e a memória, impondo uma nova ordem nos nossos modos de compreender e de agir sobre o mundo. (Kenski, 2003, p. 34)

Portanto, o autor deixa claro o papel da tecnologia em nossas vidas e, ao mesmo tempo, desmistifica a visão do senso comum impregnada em nosso meio de achar que só é tecnologia os aparelhos modernos como os computadores, *internet*, *smartphones*, *tablets*, etc. A tecnologia está em constante transformação, e a cada momento surgem novas ferramentas e possibilidades. Para Silveira e Bazzo (2009), a tecnologia tem se consolidado como o elemento central para o progresso e o avanço da sociedade. Assim, no modelo econômico atual, ela é reconhecida como um bem coletivo e, aliada à ciência, torna-se uma ferramenta essencial para agregar valor aos mais variados produtos. Dessa forma, ela se transforma em um fator decisivo para a competitividade estratégica e para o crescimento social e econômico de uma região.

Destarte, segundo André (2025), a humanidade está em contínua transformação, um fenômeno que provoca várias indagações, particularmente relacionadas à informação e sua conexão com o progresso. Na verdade, a adaptabilidade e o crescimento das informações resultaram das mudanças que a Revolução Industrial trouxe à sociedade desde a era moderna, sendo que no início dessa época, um número limitado de indivíduos tinha acesso direto aos livros e um conhecimento variado. Contudo, em um curto espaço de tempo, a produção de conhecimento cresceu de maneira notável, evidenciando as profundas mudanças.

Essa ideia é corroborada por Rosa e Dantas (2020) que afirmam que, desde os primórdios da humanidade, com a descoberta do fogo, a invenção da roda, o desenvolvimento da linguagem, símbolos, agricultura, ferro e da indústria, até as inovações mais recentes, como a televisão, *computadores*, *celulares*, *tablets* e *smartphones*, nosso avanço evolutivo se deu por conta de uma sequência ininterrupta de ideias criativas. Assim, a habilidade de agir em prol da inovação se encontra entre as qualidades elevadas do ser humano, nos motivando a converter conceitos em progressos que moldam o mundo.

Nesse contexto, o avanço tecnológico altera comportamentos, pois, a ampliação do uso de determinada tecnologia afeta a cultura das pessoas, assim como transforma tanto o comportamento individual quanto o do grupo social dos indivíduos. “A descoberta da roda, por exemplo, transformou radicalmente as formas de deslocamentos entre grupos” (Kenski, 2003, p. 21), assim, para o autor, a tecnologia, também afeta a economia, a política, e a divisão social do trabalho e, conseqüentemente transforma o pensar, agir e sentir das pessoas. Também afeta a forma de comunicação e aquisição de conhecimento de determinado meio em qual estão inseridos.

Com relação à educação, de acordo com Ferreira (2016), o avanço da tecnologia nos permite enfrentar uma variedade de problemas que envolvem diferentes níveis de complexidade algébrica e grandes volumes de dados. Com essa tecnologia, podemos visualizar imagens de forma abrangente, o que não apenas facilita a compreensão dos conceitos, mas também auxilia na execução de algoritmos e na aplicação prática da Matemática e que, além disso:

a utilização do computador com a finalidade de explorar ideias matemáticas produz mudanças na sala de aula, pois abre caminho para a construção de ambientes nos quais, numa direção, o aluno é incentivado a buscar informações, a formular problemas matemáticos e a resolver esses problemas com base nos conceitos matemáticos presentes na estrutura curricular. O uso do computador na sala de aula, na medida em que permite realizar simulações, fazer adaptações e buscar informações, pode proporcionar um campo pedagógico fértil para a abordagem de problemas interessantes e instigadores, análise de dados, argumentações e tomadas de decisão. E, numa outra direção, o estudante é conduzido a desviar o foco dos cálculos e é cobrado a refletir, tanto sobre as informações obtidas quanto sobre as respostas encontradas para os problemas formulados. (Ferreira, 2016, p. 146)

Portanto, a utilização do computador em sala de aula, ao permitir simulações, adaptações e a busca por informações, pode oferecer um campo pedagógico fértil. Isso possibilita a abordagem de problemas interessantes e desafiadores, a análise de dados, a elaboração de argumentações e a tomada de decisões. Ademais, os estudantes podem focar menos nos cálculos em si e mais na reflexão sobre as informações obtidas e nas respostas encontradas para os problemas formulados.

Nesse sentido, Borba e Villarreal (2005) asseveram que as tecnologias evoluíram muito ao longo dos anos e que agora é possível a coordenação de múltiplas representações por meio de softwares que possibilitam as representações escritas, algébricas, tabulares e gráficas disponíveis, além de assegurarem que nosso desenvolvimento cognitivo é influenciado pelas mídias ou tecnologia da inteligência e, portanto, nós seres humanos não pensamos sozinhos.

Destarte, de acordo com Nascimento, Martins e Victor (2013), o debate sobre a utilização de tecnologias “*tablets*” para auxiliar o processo de ensino-aprendizagem está presente em diversos eventos científicos que buscam novos meios para a educação matemática do século XXI e que é comum vermos o tema sendo abordado em jornais, revistas, periódicos, na internet, em blogs, nas

redes sociais e em livros. A BNCC (2018), também enfatiza a importância da tecnologia na educação quando traz como competência geral (CG05):

Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva (BRASIL, 2018, p. 9)

Assim, a Base Nacional Curricular Comum (2018) nos apresenta a importância da utilização das tecnologias digitais para produção do conhecimento e a resolução de problemas nas mais diversas áreas da vida, desde que de maneira consciente e ética no sentido de melhoramento da comunicação com a finalidade de exercer o protagonismo de autoria tanto na vida pessoal como coletiva dos estudantes.

Corroborando com essa ideia, Gomes e Gontijo (2023) sugerem que o uso de tecnologias no ensino da matemática pode ser importante e eficiente para auxiliar a tornar o ensino mais atrativo e acessível, os processos de aprendizagem mais dinâmicos e interativos. Além disso, o uso de *softwares* específicos pode facilitar a visualização de padrões e conceitos matemáticos uma vez que essas ferramentas podem simular gráficos assim como resolver equações, pois o ensino da matemática, “a partir da tecnologia, alia-se à criatividade nas situações didáticas, a produção dos conhecimentos é potencializada, [...] trazendo mais ludicidade e dinamicidade para os processos de ensino e aprendizagem”. (Gomes, Gontijo, 2023, p. 7).

Nessa esteira, Pacheco, (2019) enfatiza que um software que pode dinamizar e enriquecer as atividades de ensino aprendizagem na matemática é o GeoGebra, software gratuito que possibilita “analisar equações, relacionar variáveis com números, encontrar raízes de equações. Permite ainda associar uma expressão algébrica à representação de um objeto da Geometria” e que “contempladas as construções de pontos, vetores, segmentos, retas e seções cônicas”. (Pacheco, 2019, p. 199).

Para Sá e Machado (2017) a incorporação da tecnologia no ambiente escolar se apresenta relevante, especialmente quando aplicada ao ensino da matemática. Isso se deve à existência de diversos softwares que ampliam a compreensão e a visualização dos conteúdos por parte dos alunos, além de oferecerem múltiplas abordagens para a resolução de problemas. No contexto do estudo de funções, o software GeoGebra se destaca por promover uma aprendizagem mais dinâmica e envolvente, estimulando a curiosidade dos estudantes e incentivando-os a aprofundar seus conhecimentos.

Portanto, a ferramenta proporciona uma visão detalhada de todas as etapas do processo de resolução, facilitando a identificação e a correção de erros. Dessa forma, o aluno é capaz de construir seu próprio conhecimento de maneira autônoma, o que pode resultar em um desempenho acadêmico

mais sólido e eficaz. Aqui ressaltamos o uso de Geogebra, mas existem outros como o Photomath, Geoplan, Poly, Geoplano Virtual entre outros.

TECNOLOGIA E CRIATIVIDADE

Um tema ainda pouco explorado nas teorias de criatividade é o papel que a tecnologia pode assumir como facilitadora dos processos criativos (Henriksen *et al.*, 2021; Pitta-Pantazi, Kattou e Christou, 2018). Em um mundo cada vez mais conectado, ferramentas digitais se tornaram parte essencial do nosso dia a dia, ajudando a organizar tarefas e a ampliar possibilidades de comunicação. Apesar dessa realidade, muitas escolas ainda relutam em incorporar tais recursos de forma sistemática ao cotidiano escolar, acabando por não aproveitar todo o potencial que a tecnologia oferece para a promoção da criatividade.

Henriksen *et al.* (2021) observam que as tecnologias estão alterando, em ritmo acelerado, a maneira como as pessoas pensam, vivem, trabalham e criam. Não surpreende, portanto, que o interesse pelas tecnologias digitais surja junto ao reconhecimento da criatividade como um aspecto fundamental na educação contemporânea (Mishra e Mehta, 2017). A demanda por habilidades criativas e tecnológicas tanto em alunos quanto em professores (Mehta; Henriksen; Rosenberg, 2019) intensifica a necessidade de incorporar essa temática às práticas de sala de aula. Contudo, instanciar a criatividade mediada por tecnologia na realidade escolar permanece um desafio, pois requer adequação de políticas, formação docente e infraestrutura (Hall e Thomson, 2008).

No contexto brasileiro, Jerônimo Junior (2023) reforça a importância de utilizar TDICs (tecnologias digitais de informação e comunicação) nas aulas de matemática, pois essas ferramentas contribuem para um aprendizado mais inclusivo, permitindo que os estudantes participem de forma “ativa, reflexiva e autônoma” das suas decisões. Para o autor, isso estimula a independência e colaboração, qualidades essenciais ao pensamento criativo. Indo ao encontro dessa visão, Pillana *et al.* (2024) defendem que a integração tecnológica no processo de aprendizagem pode elevar expressivamente a criatividade matemática, uma vez que as ferramentas digitais permitem a criação de ambientes interativos que incentivam soluções originais para problemas de natureza temática.

Estudos anteriores já destacavam esse potencial. Idris e Nor (2010), por exemplo, mostram que o uso de recursos tecnológicos pode estimular a cooperação, o pensamento crítico e a resolução de problemas, aumentando o entusiasmo dos alunos pelo aprendizado. Nesse sentido, visualizar conceitos matemáticos complexos por meio de simulações gráficas e interativas torna-se mais fácil do que em uma abordagem apenas expositiva do professor, pois a tecnologia fornece representações mais claras e dinâmicas. Oportunizar aos alunos diferentes visões do mesmo objeto matemático pode reduzir o tempo gasto na compreensão de uma ideia e ampliar a fluência do pensamento (Kattou *et al.*, 2012).

Do ponto de vista das políticas educacionais, há consenso internacional sobre a importância de criatividade e tecnologia nos resultados de aprendizagem do século XXI. Esse tema ganha destaque em função da “corporativização da educação, da globalização e da necessidade percebida de inovar para sobreviver” (Henriksen *et al.*, 2021, p. 13). Contudo, as pesquisas sobre práticas de sala de aula que realmente juntem criatividade e tecnologia ainda são escassas ou pouco coesas, dificultando a consolidação de um corpo teórico e prático robusto (Henriksen *et al.*, 2021; Zhao, 2012).

O propósito de empregar a tecnologia no ensino de matemática não se limita apenas à expansão de recursos instrucionais, mas busca enriquecer e melhorar as condições de aprendizagem (Idris; Nor, 2010). Como defendem os mesmos autores, “a tecnologia pode capacitar e fornecer aos alunos todas as ferramentas necessárias para promover a criatividade” (Idris; Nor, 2010, p. 1965). Isso ocorre porque a digitalidade oferece novos cenários de experimentação e prototipagem de ideias, ampliando as possibilidades de interação entre aluno, conteúdo e colega (Henriksen *et al.*, 2021).

Ainda assim, o potencial da tecnologia para promover a criatividade depende diretamente de aspectos como formação de professores, modo de uso em sala de aula e características de cada turma (Pllana *et al.*, 2024). Não se trata de substituir métodos tradicionais de ensino, mas de complementar e potencializar estratégias já existentes. Pitta-Pantazi, Kattou e Christou (2018) lembram que não há uma resposta simples sobre o impacto que a tecnologia terá na criatividade dos alunos, pois fatores como condução das aulas, conteúdo matemático abordado e perfil dos participantes afetam os resultados.

Em síntese, o uso de dispositivos como computadores, projetores, softwares de modelagem e calculadoras gráficas pode enriquecer a prática docente ao permitir que estudantes criem, visualizem e testem ideias mais rapidamente. O professor, ao dominar essas ferramentas, consegue organizar suas aulas de modo a promover a criatividade matemática, expandindo o repertório de experiências disponíveis aos alunos (Idris; Nor, 2010). Propostas que incorporem tecnologia e criatividade exigem flexibilidade docente e planejamento criterioso, mas oferecem grandes oportunidades para uma aprendizagem mais dinâmica e significativa. Desse modo, alinhar recursos digitais a abordagens pedagógicas modernas pode representar um avanço na formação de indivíduos críticos, capazes de produzir soluções criativas para os desafios sociais que terão ao longo da vida.

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL COMO POSSIBILIDADE DE DESENVOLVIMENTO CRIATIVO EM MATEMÁTICA

A proposta de Inteligência Artificial (IA) surgiu em uma conferência sobre tecnologia em 1956, na qual John McCarthy cunhou o termo inteligência artificial para se referir a máquinas que poderiam raciocinar a partir dos princípios do pensamento lógico. Naquela época, o *Logic Theorist* tornou-se uma demonstração bastante comercial de IA. Desde então, o campo evoluiu, incluindo des-

de aplicações adaptadas a tarefas específicas até ferramentas mais avançadas, como a assim chamada IA generativa. Por sua vez, são tais sistemas como o ChatGPT, DeepSeek ou Claude que produzem conteúdo com base em grandes bases de dados que competem com a produção humana e mediam o acesso à informação (Atkinson; Barker, 2023). Mas essa mediação não é neutra, pois acaba refletindo escolhas políticas, valores culturais e interesses de mercado embutidos em suas arquiteturas.

No âmbito da Matemática, a noção de criatividade humana há muito tempo vem sendo considerada essencial na formulação de problemas, demonstrações e descobertas. Estudos de pesquisadores como Corazza (2019) e Corazza e Lubart (2020) argumentam que a criatividade não se restringe apenas à espécie humana, mas flui por vários níveis de complexidade do universo, desde o material ao biológico, sociocultural ao artificial. Por sua vez, Vinchon *et al.* (2023) afirmam que a IA, apesar de seus resultados empolgantes, não inova, mas deve se basear em estruturas e informações existentes. Essa característica é semelhante ao ato humano de se apoiar em aprendizagens passadas, mas em termos de intencionalidade criativa há limitações claras. Como Varshney (2021) opta por concluir em sua proposta, essa parcela do estado motivacional está, por enquanto, intrinsecamente ligada aos humanos.

Contudo, os modelos de linguagem generativos, como o chinês Deepseek ou o mais “criativo” Claude (Bai *et al.*, 2022), demonstram como a IA pode promover a construção de textos, provas matemáticas ou roteiros de aulas, auxiliando professores e alunos na escola, fornecendo companhia nos estudos. Como a criatividade cotidiana das pessoas que fazem trabalhos criativos em todo tipo de emprego, essas IAs têm alguma novidade pela virtude de recombinar informações existentes de maneiras consolidadas. Vinchon *et al.* (2023) nos lembram que quando a tarefa em questão é razoavelmente bem estruturada, como descrever um jogo de futebol na TV, gerar pequenos conjuntos de problemas de álgebra ou escrever um parágrafo explicativo, os sistemas de IA geram soluções que a maioria consideraria aceitáveis. No entanto, têm capacidade limitada quando as questões requerem maior elaboração, mudanças de paradigma ou descobertas genuinamente disruptivas. Isso destaca a importância do “toque humano”: as pessoas passam anos ou até décadas aprimorando linhas de investigação, metodologias e pedagogia, motivadas por curiosidade e impulso.

Em educação matemática, autores como Borba (2021) e Bicudo (2021) salientam a necessidade de incorporar tecnologias digitais para enfrentar desafios contemporâneos, especialmente após o que chamam de “distanciamento” forçado pela pandemia de COVID-19. Nesse período, muitas escolas e universidades adotaram soluções emergenciais de ensino remoto, evidenciando a utilidade de plataformas e algoritmos para fornecer feedback ou organizar trilhas de aprendizagem. Panqueban e Huincahue (2024) apontam que a IA, ao promover análises imediatas das respostas dos alunos, pode estimular a autonomia dos estudantes, permitindo que eles arrisquem mais e explorem diferentes estratégias de resolução. No entanto, essa aproximação com a tecnologia necessita de re-

flexão crítica, pois há o risco de a máquina substituir processos reflexivos fundamentais, levando a uma aprendizagem superficial ou descontextualizada.

Em diálogo com essa perspectiva, Cropley (2020) argumenta que o contexto da chamada Indústria 4.0 não exige apenas habilidades técnicas, mas também uma fluência tecnológica voltada à criatividade (Creativity-focused Technology Fluency – CFTF). Na prática, isso implica desenvolver competências como gerenciamento da complexidade, pensamento crítico, visualização de possibilidades e tolerância à incerteza. Na Matemática, essas habilidades podem aprimorar a capacidade de resolver problemas em cenários cada vez mais fluidos e tecnológicos, alçando o estudante a um papel de coparticipante na criação de soluções, em vez de mero executor de algoritmos. Afinal, o próprio conhecimento matemático se renova rapidamente, e uma postura criativa ajuda a lidar com cenários incertos e inovadores.

Por outro lado, Chen, Chen e Lin (2020) investigam o impacto da IA na educação ao analisar como a tecnologia pode influenciar a administração, a instrução e o aprendizado. Segundo esses autores, os sistemas de IA vêm sendo usados para tarefas de correção automática de provas, identificação de plágio e gerenciamento de dados acadêmicos, além de contribuírem para um ensino mais personalizado por meio de tutores virtuais e plataformas adaptativas. No domínio matemático, isso se traduz em maior precisão na avaliação de lacunas de aprendizagem e em respostas pontuais às dificuldades dos alunos, permitindo que se dediquem ao aprofundamento criativo dos conteúdos. Ainda assim, os autores advertem que a adoção da IA enfrenta desafios éticos e pedagógicos, incluindo possíveis vieses algorítmicos, questões de privacidade de dados e a manutenção do papel insubstituível do professor como mediador humano.

A questão da neutralidade tecnológica (Atkinson; Barker, 2023) emerge como um ponto importante para a compreensão do papel da IA no desenvolvimento criativo em Matemática. Assim como qualquer artefato tecnológico, a IA reflete decisões de projeto, algoritmos de recomendação e prioridades comerciais ou institucionais. Por exemplo, mecanismos de busca populares tendem a privilegiar conteúdos considerados “mais relevantes” ou “mais populares”, o que pode reduzir a possibilidade de descobertas fortuitas ou de contato com ideias marginalizadas. No que se refere à criatividade, isso pode restringir a variedade de referências que o aluno ou professor acessa, afetando sua capacidade de elaborar soluções únicas ou interpretações originais (Csikszentmihalyi, 1999).

Apesar desses desafios, há aspectos positivos no uso de IA para impulsionar a criatividade matemática. O modelo sistêmico de criatividade de Csikszentmihalyi (1988) sugere que a prática criativa depende da interação entre indivíduo, domínio e campo, onde o campo consiste em especialistas capazes de validar ou rejeitar inovações. Atkinson e Barker (2023) propõem que a IA pode passar a ocupar uma posição intermediária, filtrando conteúdos, sugerindo abordagens ou até mesmo se somando ao “campo” enquanto geradora de ideias. O estudante, ao receber sugestões de uma IA ge-

nerativa, torna-se uma espécie de “curador” ou “editor”, selecionando, transformando e adaptando as propostas da máquina para construir uma solução própria. Esse processo não apenas estimula a criatividade pessoal como traz à tona habilidades metacognitivas, ao levar o aprendiz a refletir sobre o que adotar e o que descartar.

No terreno da educação matemática, surgem ainda reflexões acerca do feedback contínuo que a IA pode oferecer. Em plataformas adaptativas, os algoritmos conseguem mapear as lacunas de conhecimento dos estudantes e indicar sequências personalizadas de exercícios ou conteúdos. Essa automatização, quando bem implementada, alivia parte do trabalho dos docentes e permite que eles se concentrem em aspectos mais sutis do processo de ensino, como a criação de propostas inspiradoras e discussões coletivas. Entretanto, a supervisão humana permanece fundamental. É preciso assegurar que as sugestões sejam coerentes com os objetivos pedagógicos, avaliando o quanto a IA, de fato, incentiva a elaboração pessoal do aluno em vez de conduzi-lo a respostas prontas (Mattos; Kalinke, 2024).

Questões éticas e de regulamentação também marcam a discussão sobre a IA no campo da criatividade matemática. Estudos de Porto, Santos e Bottentuit (2024) e Santos, Chagas e Bottentuit (2024) chamam atenção para a vigilância e o uso massivo de dados estudantis, alertando que a “dataficação” da prática escolar pode conduzir a visões reducionistas da aprendizagem, ancoradas em métricas ou indicadores algorítmicos. Além disso, órgãos internacionais como a UNESCO (2019) propõem diretrizes para uma adoção responsável da IA enfatizando a importância de políticas públicas que protejam a privacidade de dados, reduzam vieses algorítmicos e mantenham a interação humana no cerne do ensino. O risco de desigualdade se agrava quando consideramos que nem todas as escolas têm condições de investir em soluções tecnológicas de alto nível, o que pode intensificar disparidades educacionais.

Não obstante, a confluência entre IA e criatividade na matemática não deve ser vista apenas como ameaça ou como simples questão de substituição de professores e pesquisadores. Gruner e Csikszentmihalyi (2018) desenvolveram o conceito de Criatividade 4.0, sugerindo que a IA pode colaborar ativamente no desenvolvimento de novas ideias, atuando no plano comunicativo e ampliando a quantidade e variedade de informações disponíveis a um praticante criativo. Ao mesmo tempo, quando se discute a dimensão qualitativa do processo criativo, permanece a necessidade de incorporar abordagens críticas e humanistas que garantam a liberdade de experimentação. É nessa dialética entre o alcance computacional e a intencionalidade humana que se vislumbra o potencial de uma “colaboração harmoniosa” (Vinchon *et al.*, 2023).

Em síntese, a IA oferece caminhos férteis para a inovação e a criatividade na educação matemática, seja por meio da criação de conteúdos geradores de inspiração, seja pela função de mediação na busca de informações. Entretanto, o desenvolvimento criativo depende do reconhecimento de que,

por ora, a curiosidade e a motivação intrínseca de descobrir novos problemas ou formular teorias inesperadas ainda são prerrogativas da experiência humana. A máquina pode até automatizar partes significativas do processo, mas a elaboração criativa de ponta, que inclui redefinição de rumos, questionamento de premissas e avaliação de relevância social, permanece, majoritariamente, nas mãos de professores e estudantes, e esse fato deve servir como orientação para um uso ético e significativo das tecnologias digitais de informação e comunicação. Assim, o cenário mais promissor não é aquele em que se aposta na substituição do ser humano pela IA, mas, sim, o que fortalece a articulação inteligente entre ambos, abrindo novos horizontes para a aprendizagem matemática, para a descoberta de soluções e para a reflexão sobre o mundo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As reflexões apresentadas ao longo deste texto evidenciam que o uso de tecnologias e de IA, especialmente quando articuladas ao ensino da Matemática, podem expandir significativamente as oportunidades de criação e aprendizado. Não obstante, conforme ressaltam Pretto e Bonilla (2022), esses recursos não devem ser vistos apenas como instrumentos, mas como potenciais meios pedagógicos que exigem um olhar crítico e reflexivo. Nesse sentido, é imprescindível a formação qualificada de professores e pesquisadores, para que saibam dialogar com as IAs e demais TDICs de maneira consciente, reconhecendo a não neutralidade dessas ferramentas e a necessidade de adequá-las ao contexto educativo em que se inserem.

Na prática, essa postura crítica envolve não só o domínio técnico das plataformas, mas também a compreensão de como a IA pode atuar como aliada em diversos aspectos do processo de ensino-aprendizagem — seja na tutoria virtual de alunos, na geração de recursos educacionais ou na correção automatizada de tarefas. Entretanto, a máquina não substitui o olhar humano; como alertam Aguirre (2024) e Panqueban e Huincahue (2024), a implementação da Inteligência Artificial Generativa (IAG) demanda monitoramento constante, para que as respostas sejam consistentes e não se tornem mero “atalho” para a resolução de problemas sem a devida reflexão. Em outras palavras, um balanceamento adequado entre a atuação do professor e a assistência tecnológica pode potencializar a aprendizagem, garantindo que o ensino não se reduza à obtenção mecânica de respostas prontas.

Nesse cenário, a ideia de “criatividade assistida” (Vinchon *et al.*, 2023) torna-se particularmente valiosa. A IA pode auxiliar na fase de “variação cega” (Simonton, 2011, 2022) — propondo múltiplas ideias e possibilidades — enquanto o ser humano desenvolve e seleciona as soluções mais relevantes, exercendo a intencionalidade que ainda lhe é única. Ademais, a IA se mostra útil na retroalimentação imediata e no auxílio ao planejamento pedagógico, ao analisar dados sobre o desempenho dos alunos e sugerir abordagens diferenciadas para cada perfil. Porém, esse novo patamar de colaboração humano-máquina só se sustenta se houver condições materiais adequadas — como

infraestrutura de conectividade e espaços para uso das plataformas — e formação docente que vá além da dimensão instrumental (Pretto, 2017).

Desse modo, o verdadeiro potencial de tecnologias e IAs na educação matemática está em integrá-las aos processos formativos de maneira orgânica, respeitando a inventividade do estudante e a autoridade pedagógica do professor. Quando bem coordenadas, tais ferramentas podem oferecer amplas possibilidades de construção e compartilhamento do conhecimento, nutrindo a criatividade individual e coletiva. Assim, reafirmamos a importância de compreender a IA não como ameaça ou substituta, mas como parceira na busca de soluções originais e no estímulo à autonomia dos aprendizes. Em última análise, a inovação educacional requer uma visão crítica que reconheça tanto as oportunidades quanto os riscos das tecnologias, assegurando que seu uso seja sempre pautado pela intencionalidade pedagógica, pela justiça social e pela valorização do protagonismo humano.

REFERÊNCIAS

AGUIRRE, Uriel Jose Castellanos. Possibilidades entre a Educação Matemática e Inteligência Artificial Generativa (IAG) em sala de aula. **Revista IAG–Educação Matemática**, Ilhéus, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/01614681241230173>. Acesso em: 4 mar. 2025.

ANDRÉ, J.S. Novas Tecnologias e Educação: a evolução do processo de ensino e aprendizagem na sociedade contemporânea. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**. São Paulo, v. 11, n.1, jan. 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.51891/rease.v11i1.17760>

ARAUJO, S.P; VIEIRA, V. D; KLEM, S. C.S; KRESCIGLOVA, S. B. Tecnologia na Educação: **Contexto Histórico, Papel e Diversidade**. IV Jornada de Didática e III Seminário de Pesquisa do CEMAD, 2017. Disponível em: <https://encurtador.com.br/HGJk6> . Acesso em: 10 jan. 2025.

ATKINSON, Paul; BARKER, Richie. **AI and the social construction of creativity**. **Convergence: The International Journal of Research into New Media Technologies**, 2023, v. 29, n. 4, p. 1054–1069. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/13548565231187730>. Acesso em: 4 mar. 2025.

BAI, Yuntao; KADAVATH, Saurav; KUNDU, Sandipan; ASKELL, Amanda; KERNION, ..., KAPLAN, Jared. **Constitutional AI: Harmlessness from AI feedback (arXiv:2212.08073)**. **arXiv**, 2022. Disponível em: <http://arxiv.org/abs/2212.08073>. Acesso em: 4 mar. 2025.

BICUDO, Maria Aparecida. **Pesquisa em educação matemática: Concepções e perspectivas**. Editora Unesp, São Paulo, 2021.

BORBA, Marcelo C. The future of mathematics education since COVID-19: Humans-with-media or humans-with-non-living-things. **Educational Studies in Mathematics**, 2021. 108(1–2), p. 385–400. <https://doi.org/10.1007/s10649-021-10043-2>

BORBA, M. C.; VILLARREAL, M. E. **Humans-With-Media and the Reorganization of Mathematical Thinking: information and communication technologies, modeling, experimentation and visualization**. New York: U.S.A., Springer, v.39, 2005.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2018.

CHEN, Lijia; CHEN, Pingping; LIN, Zhijian. **Artificial intelligence in education: A review.** *IEEE Access*, [s.l.], v. 8, p. 75264-75278, 2020. DOI: 10.1109/ACCESS.2020.2988510. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/9090980>. Acesso em: 8 mar. 2025.

CORAZZA, Giovanni Emanuele. The Dynamic Universal Creativity Process. In: BEGHETTO, Ronald A.; CORAZZA, Giovanni Emanuele (Eds.). **Dynamic Perspectives on Creativity: New Directions for Theory, Research, and Practice in Education.** Cham: Springer International Publishing, 2019. v. 4, p. 297–319. Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-3-319-99163-4_1. Acesso em: 4 mar. 2025.

CORAZZA, Giovanni Emanuele; LUBART, Todd. **The big bang of originality and effectiveness: A dynamic creativity framework and its application to scientific missions.** *Frontiers in Psychology*, 2020, v. 11, p. 575067. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpsyg.2020.575067/full>. Acesso em: 4 mar. 2025.

CROPLEY, Arthur. Creativity-focused technology education in the age of industry 4.0. **Creativity Research Journal**, 2020. DOI: 10.1080/10400419.2020.1751546. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/10400419.2020.1751546>. Acesso em: 8 mar. 2025.

CSIKSZENTMIHALYI, Mihaly. Implications of a systems perspective for the study of creativity. In: STERNBERG, Robert J. (Ed.). **Handbook of Creativity.** Cambridge: Cambridge University Press, 1999. p. 313–335.

FERREIRA, D. H. L. Criatividade, tecnologia e modelagem matemática na sala de aula. **REVE-MAT.** Florianópolis (SC), v.11, n. 2, p. 142-155, 2016. disponível em: <https://doi.org/10.5007/1981-1322.2016v11n2p142>

GOMES, A.R. GONTIJO, C. H. Educação Matemática, Novas Tecnologias e a Criatividade nas Situações Didáticas: reflexões possíveis. **Anais do EVIDOSOL/CILTec – Online**, v. 11, n. v. 1, n. 2023. Disponível em: <https://abrir.link/csHJY>. Acesso em: 10 fev. 2025.

GRUNER, Daniel T.; CSIKSZENTMIHALYI, Mihaly. Engineering creativity in an age of artificial intelligence. In: LEBUDA, I.; GLĂVEANU, V. P. (Org.). **The Palgrave Handbook of Social Creativity Research.** Palgrave Studies in Creativity and Culture. 2018. Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-3-319-95498-1_27. Acesso em: 4 mar. 2025.

HALL, Christine; THOMSON, Pat. Creative tensions? Creativity and basic skills in recent educational policy. **English in Education**, v. 39, n. 3, p. 5-18, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1754-8845.2005.tb00621.x>. Acesso em: 30 jan. 2025.

HENRIKSEN, Danah; CREELY, Edwin; HENDERSON, Michael; MISHRA, Punya. Creativity and technology in teaching and learning: a literature review of the uneasy space of implementation. **Educational Technology Research and Development**, v. 69, p. 2091-2108, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11423-020-09912-z>. Acesso em: 21 jan. 2025.

IDRIS, Noraini; NOR, Norjoharuddeen Mohd. Mathematical creativity: usage of technology. **Procedia–Social and Behavioral Sciences**, v. 2, p. 1963-1967, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2010.03.264>. Acesso em: 18 jan. 2025.

JERÔNIMO JUNIOR, Alterno. Uso de tecnologias móveis no Atendimento Educacional Especializado (AEE): M-learning através do app Math Games. **Revista Com censo**, v. 10, n. 4 p. 43-55, 2023.

KATTOU, Maria; KONTOYIANNI, Katerina; PITTA-PANTAZI, Demetra; CHRISTOU, Constantinos. Connecting mathematical creativity to mathematical ability. **ZDM Mathematics Education**, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11858-012-0467-1>. Acesso em: 06 jan. 2025.

KENSKI, Vani Moreira. **Tecnologias e Ensino Presencial e Distância**. São Paulo: Papirus, 2003. Disponível em: <http://lelivros.love/book/baixar-livro-tecnologias-e-ensino-presencial-e-a-distancia-vania-moreira-kenski-em-pdf-epub-e-mobi/>. Acesso em: 8 mar. 2025.

MEHTA, Rohit; HENRIKSEN, Danah; ROSENBERG, Joshua M. It's not about the tools. **Educational Leadership**, v. 76, n. 5, p. 64-69, 2019.

MISHRA, Punya; MEHTA, Rohit. What we educators get wrong about 21st-century learning: results of a survey. **Journal of Digital Learning in Teacher Education**, v. 33, n. 1, p. 6-19, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1080/21532974.2016.1242392>. Acesso em: 30 jan. 2025.

MARX, Karl. **Manuscritos econômico-filosóficos**. Tradução de Jesus Ranieri. São Paulo: Boitempo, 2004.

MARX, Karl & ENGELS, Friedrich. **A ideologia alemã**. Tradução de Rubens Enderle, Nélio Schneider e Luciano Cavini Martorano. São Paulo: Boitempo, 2007.

MATTOS, Silvana Gogolla de; KALINKE, Marco Aurélio. Em busca de compreensões sobre inteligência artificial e programação intuitiva na educação matemática. **Revista Pesquisa Qualitativa**, São Paulo (SP), v.12, n.30, p. 01-19, abr. 2024.

NASCIMENTO, J. N., MARTINS, H. G. VICTER, E. F. **Aplicativos Para Dispositivo Móvel: Entendendo O Conceito de Função Matemática**. Duque de Caxias, 2013. Disponível em: <https://www.abed.org.br/hotsite/19-ciaed/cd/242.pdf>. Acesso em: 20 fev. 2025.

PACHECO, Erica Farias. Utilizando o *software* GeoGebra no ensino da Matemática: uma ferramenta para construção de gráficos de parábolas e elipses no 3º ano do Ensino Médio. **Debates em Educação**, Maceió, v. 11, nº 24, maio/ago. 2019.

PANQUEBAN, Darlis; HUINCAHUE, Jaime. Artificial Intelligence in Mathematics Education: A Systematic Review. **Uniciencia**, v. 38, n. 1, p. 1-17, 2024.

PITTA-PANTAZI, Demetra; KATTOU, Maria; CHRISTOU, Constantinos. Mathematical creativity: Product, person, process and press. In: SINGER, Florence Mihaela (Ed.). **Mathematical Creativity and Mathematical Giftedness** (Chapter 2 – p. 27-53). Cham: Springer International Publishing, 2018.

PLLANA, Duli; BAEZ, Rudy; SANCHEZ, Henry; SANDEEP, Neril. Technology inspires mathematical creativity in high school. **Futurity Education**, v. 4, n. 3, p. 309-333, 2024. DOI: <https://doi.org/10.57125/FED.2024.09.25.18>. Acesso em: 30 jan. 2025.

PORTO, Cristiane; SANTOS, Edméa; BOTTENTUIT JUNIOR, João Batista. (Orgs.). **Chatgpt e Outras Inteligências Artificiais: Práticas educativas na cibercultura** (Vol. 2). EDUFMA, 2024.

ROSA, Maurício; DANTAS, Douglas Martins. Criatividade Tecnológica: um estudo sobre a construção de atividades-matemáticas-com-tecnologias-digitais por professores/as em cyberformação. **Zetetike**, v. 28, p. 1-21, 2020. <https://doi.org/10.20396/zet.v28i0.8654423>

SÁ, Adriana Lourenço; MACHADO, Marília Costa. **O uso do software GeoGebra no estudo de funções**. XIV EVIDOSOL e XI CILTEC online, junho 2017. Disponível em: <https://eventos.textolivre.org/moodle/course/view.php?id=12>. Acesso em: 09 març. 2025.

SANTOS, Edméa; CHAGAS, Alexandre; BOTTENTUIT JUNIOR, João Batista. (Orgs.). (2024). **ChatGPT e educação na cibercultura**: Fundamentos e primeiras aproximações com inteligência artificial (Vol. 1).EDUFMA, 2024.

SILVEIRA, R. M. C. F.; BAZZO, W. Ciência, tecnologia e suas relações sociais: a percepção de geradores de tecnologia e suas implicações na educação tecnológica. **Ciência & Educação**, v. 15, n.3, p. 681-694. 2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ciedu/a/mzxknTRyQvxGrsQbS-NwXgHt/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 8 de març de 2025.

ROSA, M; DANTAS, D. M. Criatividade Tecnológica: um estudo sobre a construção de Atividades Matemáticas-com-Tecnologias-Digitais por professores/as em Cyberformação. **Zetetiké**, Campinas, SP, v.28, 2020, p. 1-21. Disponível em: <https://doi.org/10.20396/zet.v28i0.8654423>

UNESCO. **Artificial intelligence in education: challenges and opportunities for sustainable development**. Paris: UNESCO, 2019. Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/>. Acesso em: 8 mar. 2025.

VARSHNEY, Lav R. Limits theorems for creativity with intentionality. In: **ICCC – International Conference on Computational Creativity**, 2021. p. 390–393.

ZHAO, Yong. **World class learners: educating creative and entrepreneurial students**. Thousand Oaks, USA: Corwin Press, 2012.